

補助事業番号 27-134
補助事業名 平成27年度 製造シミュレーションのための装置の電子カタログ開発
補助事業
補助事業者名 神奈川工科大学 松田三知子

1 研究の概要

本事業では、仮想製造ラインを構成する装置について、その動的な振舞いも含めてモデル化する手法、そのモデルを共有するために電子カタログ化する手法を提案した。プリント基板ユニット製造ラインを例題に提案手法を実装して消費電力シミュレーションを行い、企業での試用実験を通じてその有効性を示した。この実証実験結果に基づいて手法を拡張し、一般の製造シミュレーションの場となる仮想製造ラインの構成への適用について検討した。

2 研究の目的と背景

本研究では、仮想製造ラインを利用して製品の製造過程をシミュレーションすることで、機械や装置の稼働状況や消費電力等について、各工程を時系列的に細かく評価して問題点や改善点を発見し、製造ラインの構成、製造工程、製造ラインや装置の運用方法等の事前検討を可能とすることを将来の目標としている。本事業では、上記のシミュレーションの場となる仮想製造ラインを容易かつ自由に構築可能とし多様な事前検討を可能とするために、製造ラインを構成する装置類をその動的な振舞いも含めてモデル化する技術、そのモデルを共有化するための電子カタログ化の方法を開発することを目的とした。

3 研究内容

◎ 製造シミュレーションのための装置の電子カタログ開発

(http://www.zoo.ic.kanagawa-it.ac.jp/JKA_WReport/WReport.html)

プリント基板ユニット製造ラインを構成する各装置、ここでは特に、はんだ印刷機、チップマウンタ、はんだリフロー炉について電子カタログの内容詳細を設計した。各装置は、カタログ内のデータにしたがって、シミュレーションシステムにおいては、ソフトウェアエージェントとして実装され仮想装置として動作する。したがって、その挙動も含めてモデル化する必要があった。装置の取り得る状態を中心にモデル化しUMLアクティビティ図に記述した。これに各装置の各状態での消費電力の計算式を付記した。計算式中に変数として、シミュレーション実行時に与える値を組込んだ。この提案手法を、プリント基板ユニット向け仮想製造ライン構成システムとして、外部委託して実装した。上述の電子カタログのテンプレートをあらかじめ準備しておき、電子カタログ作成用インターフェースを準備した。同時に市販のマルチエージェントシミュレーションシステムを利用して、ユーザが選択した電子カ

タログの記述から、各装置のソフトウェアエージェント記述を自動生成し、マルチエージェントシミュレーションシステムとして仮想製造ラインを構成した。システムの構成を図1に示す。構成した仮想製造ラインをベースにしたシミュレーションシステムに、製造計画データを入力することで、生産数、各装置の稼動状況、消費電力などのシミュレーションが実行できる。FAオープン推進協議会デジタルエコファクトリー専門委員会参加企業3社において試用評価実験を行い、実用に供するとの結果がでた。

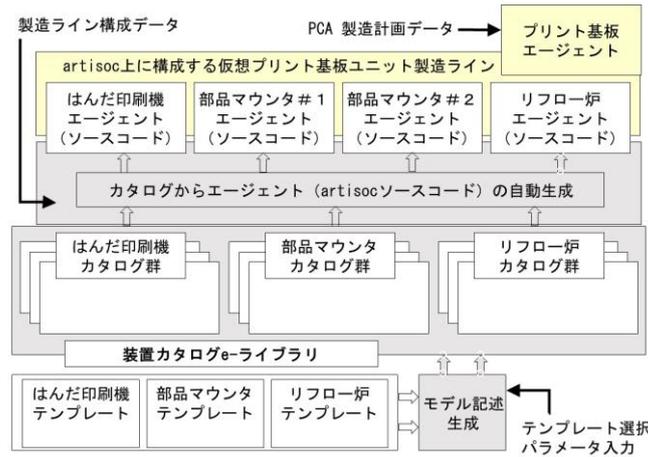


図1 プリント基板ユニット向け仮想製造ライン構成システム

評価実験の結果を受けて、製造装置一般について、その振舞いも含んだモデルリング手法について検討し、得られた装置モデルから、製造ラインの消費電力シミュレーションの場としての仮想製造ラインを構成するための装置の電子カタログを得るための手法について検討した。図2に旋盤を例とした装置の電子カタログの作成手順を示す。

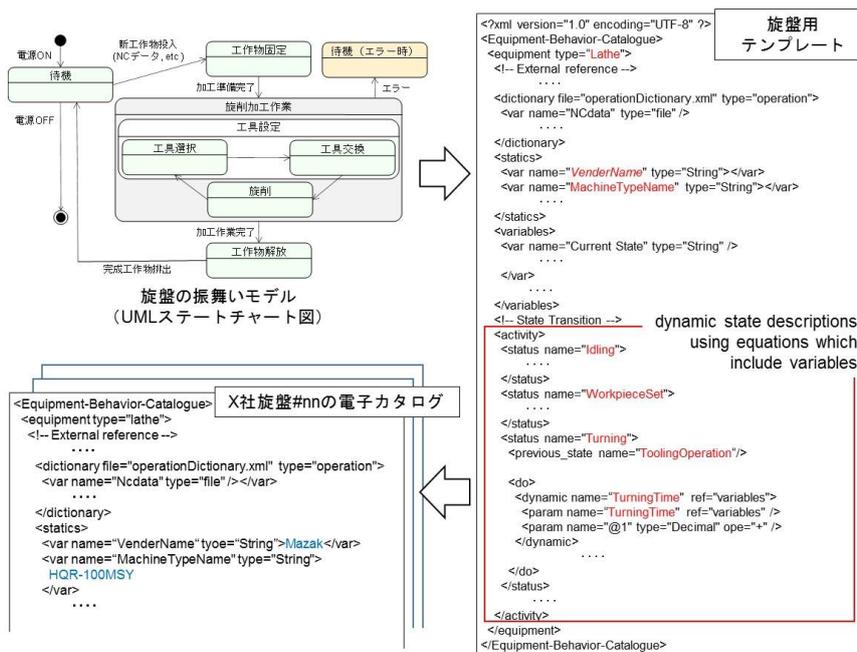


図2 旋盤を例とした装置の電子カタログの作成手順

4 本研究が実社会にどう活かされるかー展望

開発した「装置の電子カタログ」は、従来の装置仕様を電子カタログ化したものではなく、装置のパフォーマンスや挙動、電力消費など動的能力を含めた装置のモデルである。各メーカーが提供するカタログを組合せて仮想製造ラインを構成して、シミュレーションを実行することで、これまで困難と言われた生産性と環境負荷の両面から同時の、製造ライン上の装置構成や製造作業内容の事前検討、製造作業の計画通りの実行などを支援する環境が構築できる。また、装置レベルから積み上げ式でモデル化するので、精度の高いシミュレーションが可能となる。これにより、生産性と環境影響の両面を考慮した各製造工程のより詳細な事前評価のためのソフトウェアツールの構築が可能となり、少ないICT投資で広く一般の製造業（中小企業を含む）において利用可能なグリーンプロダクションのためのものづくり支援環境の提供が実現する。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

これまで、製品モデルに基づいた機械加工システムの高機能化・知能化、部品再利用のための製品モデリング、製品モデルベースの自律分散型生産システムの構成など、製品モデリング技術をベースとした生産システムの高度化に取り組んできた。2012年頃より、グリーンプロダクション基盤としてのデジタルエコファクトリ構築に取り組んでいる。今回の研究により、その基盤技術のひとつである装置の電子カタログ化技術が確立した。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

知財に至る成果は得られなかった。平成27-28年度で以下の研究発表などを行った。

【国際学会発表】

[1] Michiko Matsuda, Sota Matsumoto, Naoaki Noyama, Yasuhiro Sudo and Fumihiko Kimura "E-catalogue library of machines for constructing virtual printed-circuit assembly lines" CIRP CMS 2016, Stuttgart Germany, 平成28年5月.

[2] Yasuhiro Sudo, Michiko Matsuda and Fumihiko Kimura "Usage of a Digital Eco-Factory for a Printed-Circuit Assembly Line" EcoDesign 2015, Tokyo Japan, 平成27年12月.

[3] Michiko Matsuda, Yasuhiro Sudo and Fumihiko Kimura "A multi-agent based construction of the digital eco-factory for a printed-circuit assembly line" CIRP CMS 2015, Ischia Italy, 平成27年6月.

【国内学会発表】

[4] 松本壮太, 松田三知子 "消費電力と製造スケジュールの事前検討ツール: デジタルエコファクトリ" スケジュールリングシンポジウム2016 (大阪府立大学 I-siteなんば) にて 平成28年9月25日発表.

[5] 松本壮太, 野山尚明, 松田三知子 "消費電力シミュレーションのための装置のe-カタログ

グを用いたプリント基板ユニット製造ラインの構成”平成28年日本機械学会年次大会(九州大学伊都キャンパス)にて平成28年9月12日発表.

【出版発表(電子出版含む)】

[6] 松田三知子, 松本壮太 “消費電力シミュレーション向け仮想製造ライン構成のための装置モデリング” システム制御情報学会論文誌第61巻3号, pp. 97-103. 平成29年3月出版.

[7] Michiko Matsuda, Sota Matsumoto, Naoaki Noyama, Yasuhiro Sudo and Fumihiko Kimura “E-catalogue library of machines for constructing virtual printed-circuit assembly lines” Procedia CIRP, Volume 57, pp. 562-567. Elsevier, 平成29年1月出版.

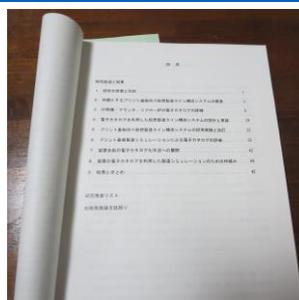
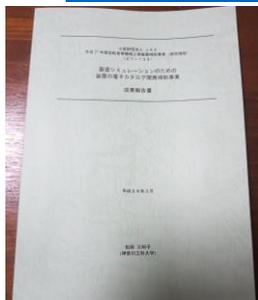
[8] Yasuhiro Sudo, Michiko Matsuda and Fumihiko Kimura “Usage of a Digital Eco-Factory for a Printed-Circuit Assembly Line” E-Book: Sustainability Through Innovation in Product Life Cycle Design, pp. 417-433. Springer, 平成28年9月出版.

[9] Michiko Matsuda, Yasuhiro Sudo and Fumihiko Kimura “A multi-agent based construction of the digital eco-factory for a printed-circuit assembly line” Procedia CIRP, Volume 41, pp. 218-223. Elsevier, 平成28年7月出版..

7 補助事業に係る成果物

(1) 補助事業により作成したもの

本事業の成果報告書 (http://www.zoo.ic.kanagawa-it.ac.jp/JKA_WReport/WPaper.pdf).



(2) (1) 以外で当事業において作成したもの

特になし.

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名: 神奈川工科大学 情報学部 松田研究室(カナガワコウカダイガク ジョウホウガクブ マツダケンキュウシツ)

住所: 〒243-0292

神奈川県厚木市下荻野1030

申請者: 教授 松田 三知子(マツダ ミチコ)

担当部署: 情報工学科(ジョウホウコウガッカ)

E-mail: matsuda@ic.kanagawa-it.ac.jp

URL: <http://www.zoo.ic.kanagawa-it.ac.jp/>